



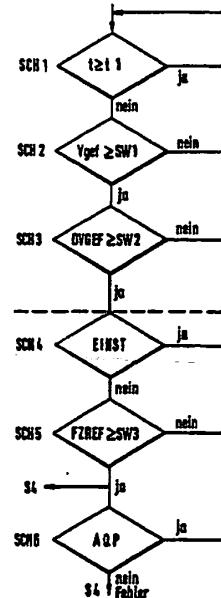
⑯ Aktenzeichen: P 44 44 408.7
⑯ Anmeldetag: 14. 12. 94
⑯ Offenlegungstag: 20. 6. 96

⑯ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑯ Erfinder:
Pfau, Martin, Dipl.-Ing. (FH), 71287 Weissach, DE

⑯ Verfahren zur Fehlererkennung bei Drehzahlfühlern

⑯ Es werden Verfahren zur Erkennung einer Fehlfunktion eines Drehzahlsensors vorgeschlagen, beispielsweise eines Raddrehzahlsensors in einem ABS-System, bei dem ausgehend aus den Signalen des Drehzahlsensors Radgeschwindigkeiten ermittelt werden, aus denen gefilterte Radgeschwindigkeiten und gefilterte Radgeschwindigkeitsänderungen ermittelt werden. Durch den Vergleich gefilterter und ungefilterter Größen sowie Plausibilitätsuntersuchungen werden Sensorfehler, insbesondere ein Ausbleiben des Sensorsignals erkannt.



Stand der Technik

Es ist bekannt, daß Drehzahlfühler, insbesondere Raddrehzahlfühler, die Informationen für sicherheitsrelevante Systeme wie ABS liefern, auf Fehlfunktion überwacht werden müssen. Fehlfunktionen können auftreten, wenn Störsignale eingestreut werden oder wenn Leitungsunterbrechungen oder ähnliches auftreten.

Da die Drehzahl üblicherweise aus der Zeit zwischen den vom Sensor gelieferten Signalflanken ermittelt wird, würde ein ausbleibendes Drehzahlführersignal bei der Geschwindigkeitsberechnung auf dem Zeitabstand zwischen zwei Signalflanken zu einer zu kleinen Drehzahl bzw. Radgeschwindigkeit führen. Bei ABS-Systemen würde dann ein fehlerhafter Druckabbau am betreffenden Rad erfolgen und zu Unsicherheiten führen.

Aus diesem Grund wird beispielsweise in der deutschen Patentanmeldung DE-P 44 05 801.2 vorgeschlagen, bei einem Antiblockierregelsystem das Ausgangssignal des Raddrehzahlführers dahingehend zu überwachen, daß zum einen geprüft wird, ob zwischen einzelnen Impulsen des Sensorsignales eine plausible Zeit verstreicht. Weiterhin wird überprüft, ob bei Radhochlauf physikalisch unmögliche Änderungswerte auftreten. Davon abhängig werden zwei unterschiedliche Vergleichsschwellen abwechselnd wirksam gemacht, in Abhängigkeit von der Feststellung, ob das Rad kontinuierlich hochläuft oder nicht.

Weitere bekannte Lösungen zur schnellen Erkennung fehlender Sensorsignale beruhen im wesentlichen auf der Berechnung einer unplausibel hohen Radverzögerung. Es wird dann eine ungefilterte Radgeschwindigkeit aus der Zeit zwischen den letzten beiden eingetroffenen Flanken des Sensorsignales berechnet. Trifft über eine bestimmte Zeit keine Flanke ein, kann eine Flanke theoretisch gesetzt werden, die im günstigsten Fall zu diesem Zeitpunkt eintreffen würde. Aus einem so konstruierten Zeitintervall kann dann eine neue Radgeschwindigkeit berechnet werden. Aus der Differenz zur zuletzt berechneten Radgeschwindigkeit ergibt sich dann eine bestimmte Radverzögerung.

Daraus kann umgekehrt für jede Geschwindigkeit bei einer vorgegebenen zulässigen Radverzögerung ein Zeitintervall bestimmt werden, in dem die nächste Flanke eintreffen muß. Diese Verfahren zur dynamischen Sensorüberwachung sind mehr oder weniger vereinfachte oder an die entsprechende Geschwindigkeitsberechnung angepaßte Abfragen einer maximal zulässigen Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Flanken. Ein solches Verfahren wird im übrigen in der EP 0 193 335 D1 beschrieben.

Bei den herkömmlichen Verfahren müssen sehr hohe Radverzögerungen bzw. entsprechende Zeiten abgefragt werden, um fälschliches Ansprechen zu vermeiden. Wenn die erforderlichen Überwachungsschwellen oder Überwachungszeiten jedoch zu groß sind, kann eine sporadisch auftretende Sensorunterbrechung nicht mehr erkannt werden. Dies ist ein Nachteil der bekannten Verfahren, insbesondere da in der Praxis große Radverzögerungen auftreten, wenn aus hoher Geschwindigkeit auf einem Untergrund mit hohem Reibwert abgebremst wird und mit dem eingeregelten Bremsdruck ein Reibwertsprung zu sehr niedrigem Reibwert stattfindet, wenn beispielsweise das Rad von der Fahrbahn abhebt.

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß es sicher ist gegen fälschliches Ansprechen der Fehlererkennung bei gleichzeitig kleinen Überwachungsschwellen oder Überwachungszeiten, mit denen ein tatsächlicher Sensorsausfall erkannt werden soll. Dies ist möglich, da eine Radentlastung oder ein Übergang zu niedrigem Reibwert nie schlagartig stattfindet.

Es ist also in besonders vorteilhafter Weise möglich, zu erkennen, ob ausbleibende Sensorsignale die Folge einer physikalischen Radverzögerung oder einer Unterbrechung des Sensorsignales sind.

Erzielt werden die Vorteile, indem eine dynamische Sensorüberwachung stattfindet, bei der gefilterte und ungefilterte Größen auf Plausibilität überwacht werden. Diese Größen sind in vorteilhafter Weise die ungefilterte Radgeschwindigkeit, die gefilterte Radgeschwindigkeit und die gefilterte Änderung (Ableitung) der Radgeschwindigkeit, also die gefilterte Beschleunigung.

Weitere Vorteile der Erfindung werden mit Hilfe der in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen erzielt.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt dabei im einzelnen Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Anordnung, in der das erfindungsgemäße Verfahren abläuft und Fig. 2 ein Flußdiagramm eines Ausführungsbeispiels eines Verfahrens zur Fehlererkennung bei Drehzahlführern.

Beschreibung

In Fig. 1 ist schematisch eine Anordnung dargestellt, mit der das Ausgangssignal (Sensorsignal) S1 eines Drehgeschwindigkeitssensors 10 ausgewertet werden soll. Dieser Drehgeschwindigkeitssensor 10 erfaßt beispielsweise die Rotationsgeschwindigkeit eines Rades, indem eine mit Radgeschwindigkeit umlaufende Scheibe 11 mit einer Anzahl von Zähnen 12 abgetastet wird.

In der Auswerteanordnung 13, in der die erfindungsgemäßen Verfahren ablaufen, wird das Sensorsignal S1 ausgewertet. Dabei werden aus dem zeitlichen Abstand der Flanken des Sensorsignales S1 in üblicher Weise Drehzahlwerte berechnet. Ausgehend aus diesen Drehzahlwerten werden in der Auswerteanordnung 13 Ansteuersignale S2 beispielsweise für ein ABS-System gebildet, wobei weitere Signale, die als S3 bezeichnet werden, in der Auswerteanordnung mitverwertbar sind.

In der Auswerteanordnung 13 wiederholen sich die Auswertungen in einem Zyklusabstand von $t_1 = 10$ ms, wobei die Zeit t_1 als beispielhafter Wert anzusehen ist.

Soll mit der in der Fig. 1 dargestellten Anordnung die Radgeschwindigkeit bei einem Kraftfahrzeug gemessen werden, kann davon ausgegangen werden, daß der Radumfang etwa 2 m ist. Wird mit einer Zähnezahl an der Scheibe 11 von beispielsweise 48 ausgegangen, muß bei einer Fahrzeuggeschwindigkeit von mehr als 7,5 km/h innerhalb der Zykluszeit von 10 ms mindestens ein Impuls auftreten. Ausgehend von dieser Erkenntnis beginnen die erfindungsgemäßen Verfahren zur Erkennung eines Sensorfehlers infolge eines ausbleibenden Sensorsignales.

In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild eines solchen Verfah-

ren aufgezeigt, das in der Auswerteanordnung 13 abläuft.

Ausgehend vom Sensorsignal S1, das als Rechtecksignal angesehen werden kann und die Oberfläche der Scheibe 11 widerspiegelt, wird in der Auswerteanordnung 13 im ersten Schritt SCH1 überprüft, ob innerhalb der Zykluszeit t_1 eine Signallanke auftritt. Ist dies der Fall, beginnt das Auswerteprogramm den Schritt SCH1 von neuem. Wird dagegen erkannt, daß innerhalb der Zykluszeit im zurückliegenden 10 ms-Zyklus ($n-1$) keine Signallanke aufgetreten ist, wird im Schritt SCH2 geprüft, ob im aktuellen Zyklus n die gefilterte Radgeschwindigkeit V_{gef} am betreffenden Rad größer ist als ein erster Schwellwert SW1, der beispielsweise 40 km/h beträgt.

Die gefilterte Radgeschwindigkeit V_{gef} wird unabhängig vom Verfahren zur Fehlererkennung in der Auswerteanordnung 13 aus der ungefilterten Radgeschwindigkeit V_{ung} berechnet. Die ungefilterte Radgeschwindigkeit V_{ung} wird aus den zeitlichen Abstand der Flanken des Sensorsignales S1 in üblicher Weise berechnet.

Die Geschwindigkeit von 40 km/h als Schwellwert SW1 ist ein empirischer Wert und erfordert eine Überwachungszeit von 10 ms, also gerade der Zykluszeit.

Wird im Schritt SCH2 erkannt, daß die gefilterte Radgeschwindigkeit kleiner ist als 40 km/h, beginnt das Programm von neuem mit Schritt SCH1. Wird dagegen erkannt, daß die gefilterte Radgeschwindigkeit V_{gef} größer oder gleich ist als 40 km/h wird im Schritt SCH3 geprüft, ob die gefilterte und abgeleitete Geschwindigkeitsänderung DVGEF im betreffenden Zyklus am betreffenden Rad größer ist als ein weiterer Schwellwert SW2, z. B. - 10 km/h.

Die gefilterte, abgeleitete Geschwindigkeit DVGEF (n) wird gebildet aus der Differenz der beiden gefilterten Radgeschwindigkeiten V_{gef} 10 ms (n) - V_{gef} 10 ms ($n-1$).

Wird im Schritt SCH3 erkannt, daß die gefilterte Radgeschwindigkeitsänderung den Schwellwert SW2 überschreitet, wird im Schritt SCH4 überprüft, ob für das betreffende Rad eine Fehlererkennung wegen erkannter Einstreuung eines Störsignales gesetzt ist. Ist keine Fehlererkennung gesetzt, wird im Schritt SCH5 geprüft, ob die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit FZREF größer ist als ein Schwellwert SW3, der beispielsweise ebenfalls 40 km/h beträgt.

Ist auch diese Bedingung erfüllt, wird entweder bereits eine Fehlererkennung S4 ausgelöst oder es wird in einem zusätzlichen Schritt SCH6 überprüft, ob eine Aquaplaning-Erkennung am betreffenden Rad vorliegt. Liegt keine vor, wird in diesem Fall die Fehlererkennung S4 ausgelöst.

Wird in den Schritten SCH4, 5 und 6 jeweils auf nein erkannt, springt das Programm an den Anfang zurück.

Die in den Schritten SCH4, 5 und 6 benötigten Informationen werden in der Auswerteeinrichtung 13 unabhängig vom Fehlererkennungsverfahren gewonnen. So wird beispielsweise mit Hilfe einer getrennten Fehlererkennung erkannt, ob Fehleinstreuungen vorliegen. Weiterhin wird aus den ermittelten Radgeschwindigkeiten eine Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit FZREF in üblicher Weise gebildet, beispielsweise ausgehend von der Geschwindigkeit des zweitschnellsten Rades. Ob Aquaplaning vorliegt oder nicht, kann ebenfalls durch getrennte Bedingungen erkannt werden.

Mit den beschriebenen Verfahren kann also ein plötzlich ausbleibendes Sensorsignal als Sensorfehler erkannt werden. Es wird dabei gefordert, daß mindestens

10 ms lang keine Flanke des Sensorsignal s S1 auftritt. Diese Bedingung wird bei jeder Geschwindigkeit kleiner als 7,5 km/h zyklusweise erfüllt. Es wird deshalb durch zusätzliche Bedingungen beztiglich der Vorgeschicht abgesichert, daß sich die Radgeschwindigkeit plötzlich verringert hat, wie es infolge physikalisch möglicher Radverzögerung nicht plausibel ist. Der vorgeschlagene Vergleich von gefilterten Größen, also der Erkennung der Radverzögerung und ungefilterter Größen, also eines Geschwindigkeitssprunges, wird die zusätzlich gewünschte Absicherung erreicht. Ist der DVGEF-Wert der gefilterten Geschwindigkeit betragsmäßig klein, kann davon ausgegangen werden, daß nicht seit mehreren 10 ms-Zyklen ein steiler Radeinlauf vorliegt. Wenn aber keine hohe Radverzögerung vorliegt, kann die ungefilterte Geschwindigkeit von der gefilterten nur bei Einstreuungen oder bei unterbrochenem Signal stark nach unten abweichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Fehlererkennung bei Drehzahlfühlern, die ein Ausgangssignal abgeben, das aus einer Folge von Impulsen besteht, wobei zunächst überprüft wird, ob in einem vorhergehenden Zeitintervall keine Impulskanke aufgetreten ist, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Vergleiche ablaufen, bei denen gefilterte Größen und ungefilterte Größen gemeinsam ausgewertet werden und bei Erfüllung wenigstens einer der Bedingungen ein Fehlerignal abgegeben wird.

2. Verfahren zur Fehlererkennung bei Drehzahlfühlern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gefilterten und die ungefilterten Größen unabhängig von dem aktuellen Zeitintervall oder der vorhergehenden Zeitintervalle gebildet werden.

3. Verfahren zur Fehlererkennung bei Drehzahlfühlern, die ein pulsförmiges Ausgangssignal abgeben, wobei aus dem zeitlichen Abstand der Impulskanaken eine Drehgeschwindigkeit ermittelt wird und eine Fehlererkennung erfolgt, indem geprüft wird, ob in einem zurückliegenden ersten Zeitintervall keine Signallanke aufgetreten ist, wobei weiterhin geprüft wird, ob die aus der Radgeschwindigkeit gebildete gefilterte Radgeschwindigkeit einen ersten Schwellwert überschreitet, dadurch gekennzeichnet, daß weiterhin geprüft wird, ob die Differenz zwischen der im vorhergehenden Zyklusintervall gebildeten gefilterten Geschwindigkeit und der im aktuellen Zyklus ermittelten ebenfalls gefilterten Geschwindigkeit einen zweiten Schwellwert überschreitet und bei Erfüllung der drei Bedingungen eine Fehlererkennung ausgegeben wird.

4. Verfahren zur Fehlererkennung bei Drehzahlfühlern nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwellwerte (SW1, SW2) als plausible Größen im Zusammenhang mit Vorgängen bei einer Antiblockier-Regelung bei Kraftfahrzeugen gebildet werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzliche Fehlererkennungen ablaufen, die elektromagnetische Einstreuungen in das Sensorsignal erkennen lassen und eine Fehlererkennung nur dann durchgeführt wird, wenn keine Einstreuungen erkannt wurden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Fehler-

5

erkennung nur dann durchgeführt wird, wenn r-
kannt wird, daß die Fahrzeugreferenzgeschwindig-
keit oberhalb eines dritten Schwellwertes liegt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich 5
eine Überwachung stattfindet, die das Auftreten
von Aquaplaning erkennen läßt und eine Fehlerer-
kennung nur dann durchgeführt wird, wenn kein
Aquaplaning erkannt ist.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden An- 10
sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Über-
wachungszeit (t_1) definiert ist und diese Überwa-
chungszeit (t_1) bei vorgebaren Geschwindigkei-
ten variiert wird.

15

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

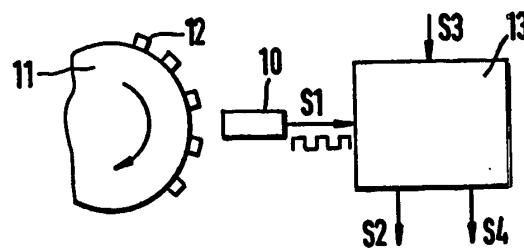


Fig.1

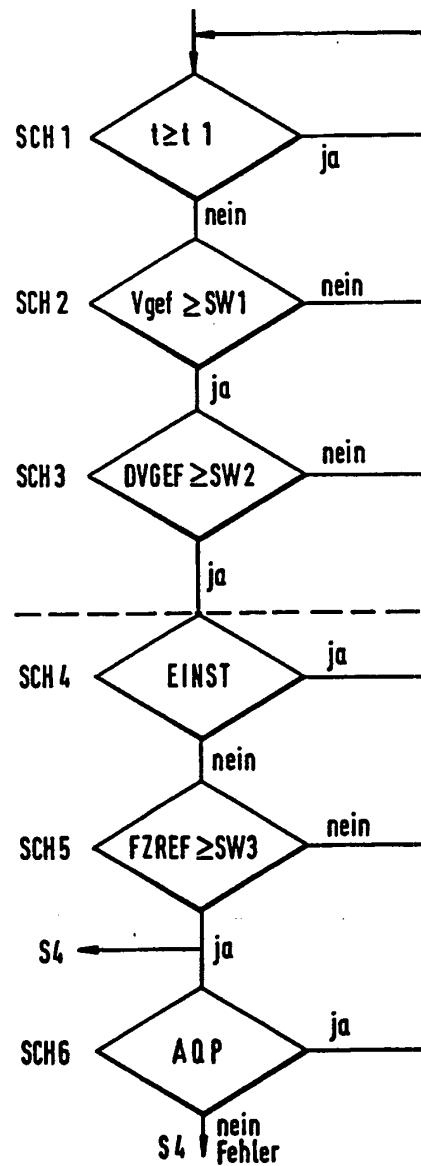


Fig.2